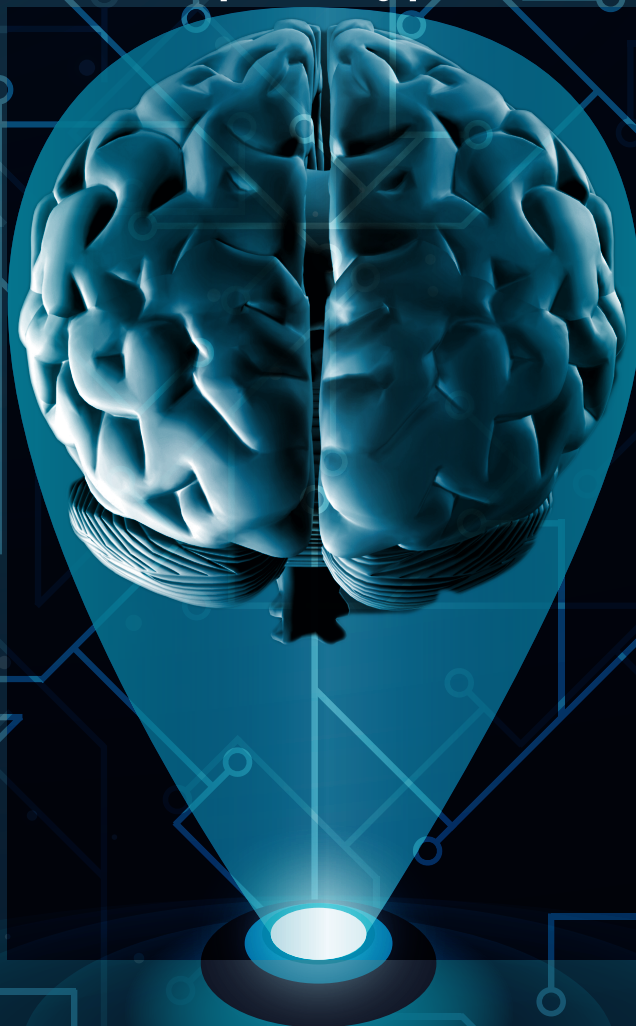




# Gestión de Tecnología e Innovación

Teoría, proceso y práctica



**2<sup>a</sup>** edición

Efrain Ortiz Pabón  
Nofal Nagles García







**GESTIÓN DE TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN**  
**TEORÍA, PROCESO Y PRÁCTICA**

**AUTORES:**  
**EFRAIN ORTIZ PABÓN**  
**NOFAL NAGLES GARCÍA**



Catalogación en la fuente: Biblioteca Universidad EAN

Ortiz Pabón, Efraín

Gestión de tecnología e innovación- Teoría,  
proceso y práctica / Efraín Ortiz Pabón, Nofal Nagles  
García. -- 2 ed. -- Bogotá : Universidad EAN, 2013.

-- (Libro de investigación)

404 p.

**ISBN: 978-958-756-255-2**

1. Gestión tecnológica 2. Innovaciones  
tecnológicas I. Nagles García, Nofal

**303.483 CDD**



### **Edición**

Dirección Gestión del Conocimiento

### **Coodinadora Gestión de Publicaciones**

Laura Cediél Fresneda

### **Revisión y adaptación pedagógica**

Denise Caroline Argüelles P.

### **Diseño y finalización**

María Eugenia Mila E.

### **Diagramación e impresión**

Digiprint Editores

### **Diseño de carátula**

Daniel Pedroza

©Universidad EAN, Carrera 11 No. 78-47 Bogotá D.C., Colombia, 2013.  
Prohibida la reproducción parcial o total de esta obra sin autorización de la  
Universidad EAN.

*Segunda edición 2014. Tiraje: 500 ejemplares*

*Primera reimpresión: 500 ejemplares - Diciembre de 2014*

*Segunda reimpresión: 500 ejemplares - Septiembre de 2015*

*Tercera reimpresión: 1000 ejemplares - Mayo de 2017*

**ISBN: 978-958-756-255-2**

*Digiprint Editores E.U: Calle 63 Bis No. 70-49 Bogotá, D.C. Colombia*

# DEDICATORIA

## ***Efrain, lo dedica a:***

*Dios y la familia, a Elena mi esposa, a Laura Catalina y  
Luisa Fernanda mis hijas*

## ***Nofal lo dedica a:***

*Dios creador supremo, por los dones otorgados.  
Mi Madre Cira, a quien debo mi ser.  
Mi esposa Mirella por su devoción, dedicación, amor  
incondicional y por ser mi fuente de inspiración.  
Mis hijos Erik Daniel, Johan Alexander y  
Laura Yelitza por los momentos perdidos.*

## AGRADECIMIENTOS

***Los autores expresan su agradecimiento especial:***

*A las diferentes personas que apoyaron la preparación de la segunda edición, particularmente a: Denise Arguelles en la revisión y adaptación, María Eugenia Mila en el diseño, Ana Sofía Pinzón y Carlos Felipe Prieto en la actualización de algunos contenidos.*

*A la Universidad EAN por darnos la posibilidad de exponer parte de nuestro conocimiento y experiencia en esta obra, también a los estudiantes de pregrado y postgrado que la han asumido como propia.*

*A los profesores e instructores el excelente uso y permanentes observaciones, propuestas y comentarios, particularmente a Jair Gil.*

*A Marco Elías Contreras, Decano de la Facultad de Estudios en Ambientes Virtuales, por permitirnos la oportunidad de hacer parte con esta obra del catálogo de libros de apoyo a la formación en sus diferentes programas académicos.*

## PRÓLOGO

Este libro combina, en una afortunada síntesis, conceptos y herramientas orientados a facilitar una adecuada gestión de la tecnología y la innovación, del conocimiento y los emprendimientos de base tecnológica. Esta síntesis, en cierta forma novedosa, se deriva en buena medida de la trayectoria académica y profesional de sus autores, quienes en una fructífera historia laboral han sabido combinar la docencia con la consultoría y la creación y gestión de empresas. Esa experiencia tiene otra consecuencia: los lectores encontrarán que cada uno de los temas tratados en el libro, incluso los más complejos, son presentados de manera clara y sencilla, con el fin de facilitar su aplicación. Ésta es una característica del texto que invita a leerlo.

En los seis capítulos en que el libro está dividido el lector encontrará aportes que enriquecen la disciplina. En los tres primeros capítulos se presenta, en el primero una clasificación de las características de la ciencia, la tecnología, y la innovación basada en atributos, con un soporte didáctico que facilita realizar actividades como el diagnóstico y las auditorías tecnológicas y, en el segundo y tercero, se contextualiza al lector en la necesidad de gestionar la tecnología y la innovación desde una perspectiva estratégica.

En los capítulos cuatro y cinco, se desarrollan propuestas que permiten apoyar los procesos de gestión de tecnología e innovación, en las que resulta de mucha utilidad acercarse al conocimiento de diferentes técnicas, herramientas y métodos que son fácilmente aplicables en el ámbito empresarial, dentro de las cuales se destacan: la gestión del ciclo tecnológico, I+D+i, la prospectiva, vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva, el benchmarking, y el uso del

RoadMapping en la planeación de tecnológica; lo mismo que un acercamiento importante al desarrollo de los procesos de adquisición, adaptación, asimilación y transferencia de tecnología.

En el capítulo seis se presentan técnicas para desarrollar ejercicios de creatividad e innovación y herramientas novedosas de apoyo a la gestión.

**Florentino Malaver Rodríguez**  
**Director del grupo de Investigación CINNCO**  
**(Conocimiento, innovación y Competitividad)**  
**Pontificia Universidad Javeriana Bogotá**

# CONTENIDO

Dedicatoria.....	
Agradecimientos.....	4
Prólogo.....	5
Introducción.....	11
 Capítulo 1. Fundamentos teóricos sobre ciencia, tecnología e innovación.....	 15
Competencias a desarrollar.....	16
Puntos de aprendizaje.....	17
Introducción.....	19
1.1 Sobre la ciencia.....	21
1.1.1 Concepto de ciencia.....	21
1.1.2 Características de la ciencia.....	24
1.1.3 Formas de investigación en la ciencia.....	25
1.2 Sobre tecnología.....	30
1.2.1 Concepto de tecnología.....	32
1.2.2 Concepciones sobre lo que es la tecnología.....	34
1.2.3 Características de la tecnología.....	38
1.2.4 Clasificación de la tecnología.....	40
1.3 Sobre innovación.....	51
1.3.1 El concepto de innovación.....	51
1.3.2 Clasificación de la innovación.....	53
 Capítulo 2. Gestión de tecnología e innovación.....	 99
Competencias a desarrollar.....	100
Puntos de aprendizaje.....	101
Introducción.....	105
2.1 Generalidades sobre gestión tecnológica.....	107
2.1.1 ¿Por qué gestionar la tecnología?.....	107
2.1.2 La tecnología y los conceptos de adminis- tración, gerencia y gestión.....	109
2.1.3 El valor estratégico de hacer gestión de tecnología.....	111
2.1.4 Gestión de tecnología y cadena de valor....	115
2.1.5 Gestión de tecnología: visión sistémica.....	118
2.1.6 Gestión de tecnología y globalización.....	121
2.1.7 Gestión de tecnología y conocimiento.....	123

2.1.8 El ejercicio de gestión de tecnología.....	126
2.1.9 Objetivos del ejercicio de gestión de tecnología	128
2.1.10 El ciclo tecnológico en la empresa.....	134
2.1.11 El proceso de gestión de tecnología.....	139
2.1.12 Pilares del ejercicio de gestión de tecnología	157
2.1.13 Actividades que apoyan el ejercicio de gestión de tecnología.....	158
2.1.14 Otros aspectos que implican el proceso de gestión de tecnología.....	160
Capítulo 3. Fundamentos de gestión de la innovación	163
Competencias a desarrollar.....	164
Introducción.....	165
3.1 La innovación, un análisis estratégico.....	167
3.1.1 Por qué y cómo gestionar la innovación.....	169
3.1.2 Entender la complejidad de la innovación y la forma de ir hacia ella.....	176
3.1.3 Relación gestión de la innovación y gestión de tecnología.....	179
3.1.4 Gestión de la innovación en las empresas	180
3.1.5 Alcance del ejercicio de gestión de la innovación.....	180
3.1.6 Modelos de innovación.....	184
3.1.7 El proceso de gestión de la innovación.....	195
3.1.8 Reglas en el proceso de innovación.....	203
Capítulo 4. Herramientas técnicas y métodos en en gestión de tecnología e innovación: prospectiva y vigilancia tecnológica.....	207
Puntos de aprendizaje.....	209
Introducción.....	211
4.1 Prospectiva y vigilancia tecnológica.....	215
4.1.1 Prospectiva.....	215
4.1.2 El concepto de vigilancia tecnológica.....	239
4.2 Importancia de la investigación y (I+D) manejo de la propiedad intelectual.....	248
4.2.1 Importancia I+D.....	248
4.2.2 Importancia de la propiedad intelectual.....	260

Capítulo 5. Herramientas técnicas y métodos en gestión de tecnología e innovación: diagnósticos tecnológicos, auditorías tecnológicas y <i>Benchmarking</i> tecnológico.....	269
Puntos de aprendizaje.....	270
Introducción.....	271
5.1 Diagnósticos tecnológicos, auditorías tecnológicas y <i>Benchmarking</i> tecnológico.....	275
5.1.1 El diagnóstico tecnológico.....	275
5.1.2 La auditoría tecnológica.....	285
5.1.3 Diferencia entre diagnóstico y auditoría tecnológica.....	290
5.1.4 El <i>Benchmarking</i> tecnológico.....	291
5.2 Planeación, adquisición, adaptación, asimilación y transferencia de tecnología.....	294
5.2.1 Planeación de la tecnología.....	294
5.2.2 Pasos para articular un plan tecnológico....	297
5.2.3 Estructuración del plan tecnológico.....	299
5.2.4 La adquisición de tecnología.....	304
5.2.5 Adaptación de la tecnología.....	308
5.2.6 Asimilación de tecnología.....	311
5.2.7 Transferencia de tecnología.....	316
5.2.8 Práctica de la gestión de tecnología en el nivel operativo.....	319
5.2.9 Rediseño de procesos.....	322
Capítulo 6. Creatividad en las organizaciones: proceso creativo y técnicas para estimular la innovación.....	325
Competencias a desarrollar.....	326
Puntos de aprendizaje.....	327
Introducción.....	329
6.1 Creatividad.....	330
6.2 Evolución de la creatividad en las organizaciones	334
6.3 Elementos que propician el ejercicio creativo.....	336
6.4 Visión creativa en las organizaciones.....	338
6.5 Práctica del proceso creativo.....	340
6.5.1 Mitos del ejercicio creativo.....	342
6.5.2 El ejercicio creativo en las organizaciones..	344
6.6 Técnicas que ayudan a promover el ejercicio creativo e innovador en las organizaciones.....	347

6.6.1 La lluvia de ideas.....	347
6.6.2 Soluciones creativos.....	351
6.6.3 Listado de atributos.....	356
6.6.4 Utilización de analogías.....	358
6.6.5 Biocreatividad.....	359
6.6.6 Análisis morfológico.....	360
6.6.7 Solución creativa de problemas.....	362
6.6.8 Mapa SIPOC.....	364
6.6.9 Desafío creativo.....	368
6.6.10 Metodología <i>Desing Thinking</i> .....	371
6.6.11 Teoría para resolución de problemas de invención-TRIZ.....	373
Referencias bibliográficas.....	379
Anexo 1. Los 40 principios de la innovación.....	393

# INTRODUCCIÓN

En la dinámica de la competitividad global que enfrentan a diario las organizaciones y los países, se generan permanentemente nuevas formas de gestión, ligadas en su mayoría al contexto de la innovación tecnológica.

Estar a la vanguardia tecnológica hoy, significa tener un excelente soporte para la competitividad, como lo fue en otros momentos de la historia el capital y la tierra. No puede ser de otra manera, la realidad señala que la globalización se estableció y sus efectos se están manifestando de forma radical en periodos cortos de tiempo y, de forma incremental a diario, situaciones que provocan desplazamientos permanentes en el juego por el liderazgo en el mercado.

La variedad de cambios generados por el avance tecnológico, provoca adicionalmente una avalancha de nuevos competidores dotados de sustitutos perfectos, soportados en conceptos de negocio absolutamente novedosos, cuyo ritmo de crecimiento hace que, en muy poco tiempo, sean considerados como modelos que desplazan y hacen obsoletos a sus competidores, aquellos que por regla general se sustentan en formas tradicionales de gestión. Se valida permanentemente la regla de la selección natural, donde solo sobreviven, los que se adaptan, y los más fuertes.

Esta dinámica de cambio no está respetando tradiciones, antigüedad y mucho menos estatus en las organizaciones; todo lo contrario, le exige una reinvención permanente a las empresas, incluso a las más centenarias. Es un nuevo efecto que exige salirse de la ortodoxia, enfrentarse, competir con formas únicas, diferenciadas, y en otros casos, establecer alianzas insospechadas con la competencia, adquirirla o fusionarse.

Este conjunto de consideraciones hace, que hablar de gestión de tecnología sea absolutamente pertinente, no es para menos, frente al cambio tecnológico, no entenderla implica ceder ventaja competitiva. La gestión de tecnología como disciplina aparece a finales de los setenta y comienzos de los ochenta del siglo anterior, y pese a ello, no se ha hecho tan común como se quisiera en el contexto Latinoamericano.

Bajo este contexto, gestionar la tecnología implica concebir, diseñar e implementar procesos que permitan asegurar su pleno desarrollo en cualquier contexto - empresa, sector o país-, con una clara orientación hacia el soporte estratégico que implica el desarrollo de nuevos productos, servicios, formas de gestión; pero también la mejora incremental de los mismos, definiendo y optimizando, atendiendo el orden estructural y/o funcional, en últimas implica atender de forma proactiva y sistemática, el desarrollo de nuevo conocimiento que sea útil.

Hablar de gestión de tecnología implica moverse en el campo de la innovación. Gestión de tecnología e innovación son dos procesos gerenciales vinculados el uno con el otro, no se puede hablar de la primera, si no se generan innovaciones, juntos constituyen la mejor forma de administrar, de manera efectiva, los recursos de conocimiento para dar solución a problemas y/o atender oportunidades de la sociedad y del ser humano, en un espacio de permanente competitividad. En este marco evoluciona el libro «Gestión de tecnología e innovación, teoría, proceso y práctica» en su segunda edición, como propuesta para dinamizar el ejercicio de gestión en las organizaciones, de cara a la generación de mejoras sustanciales en sus capacidades competitivas.

Para atender la dos temáticas-tecnología e innovación- se plantea la estructura del libro en seis capítulos: el primero atiende los tres conceptos básicos que sustentan el proceso innovador

en las organizaciones, la ciencia, la tecnología y por supuesto la innovación. Aquí se puede encontrar el conjunto de relaciones lógicas entre los tres conceptos y una propuesta de las formas que adopta la tecnología clasificándola en torno a siete atributos básicos: naturaleza, aplicación, injerencia, pertenencia, pertinencia, grado de desarrollo y forma de obtención.

En el capítulo 2, se aborda el proceso de gestión de tecnología. Se da claridad al porqué gestionarla, cómo se relaciona organizacionalmente, cuáles son sus objetivos, cómo se articula el proceso y qué actividades se deben desarrollar.

En el capítulo 3, se aborda el proceso de gestión de la innovación relacionándola de manera directa con la gestión de tecnología, estableciendo su alcance a nivel organizacional, se revisan algunos de los modelos más relevantes; finalmente, se traza un proceso de gestión en torno a al conjunto de factores, impulsores y apoyos requeridos para estructurar modelos de innovación a nivel organizacional.

En el capítulo 4, se revisan las principales técnicas y métodos en gestión de tecnología e innovación. Se inicia con un revisión a la prospectiva, la vigilancia tecnológica, y la inteligencia competitiva; se da especial importancia al concepto de Investigación y Desarrollo (I+D), y al manejo de la propiedad intelectual. Con este análisis se entrega a los lectores y a los interesados en su implementación, recursos valiosos que son necesarios a la hora de integrar tanto tecnología como innovación, en el nivel estratégico organizacional.

En el capítulo 5, se continúa con el análisis de técnicas y métodos desde la perspectiva funcional y operacional, dando un lugar de importancia a los procesos de diagnóstico, auditoría y Bechmarking tecnológico; se analizan elementos claves de la vida organizacional desde la gestión de la tecnología y la innovación, en particular, los

relacionados con la planeación de la tecnología, la adquisición, adaptación, asimilación y transferencia de tecnología.

El capítulo 6, cobra un valor importante en este libro, debido a que la creatividad en las organizaciones, pocas veces se articula de manera decidida en el proceso de gestión de tecnología e innovación. En este sentido, se analizan diez técnicas de creatividad, las cuales previamente se contextualizan con la práctica del proceso creativo y los elementos que los propician a nivel organizacional.

El libro cuenta adicionalmente con unos valores agregados importantes como una introducción juiciosa que se hace sobre la técnica del RoadMapping, no obstante, los autores reconocen, que recopilar en una sola obra tantos temas, es una labor dispendiosa y retadora; pero son los lectores, quienes pueden juzgar si los propósitos, en términos de competencias a desarrollar se cumplen, si los puntos de aprendizaje se logran, cuando el texto es tomado como referencia por los estudiantes y las metodologías aquí expuestas, toman vigor a nivel organizacional.

### **Los autores**

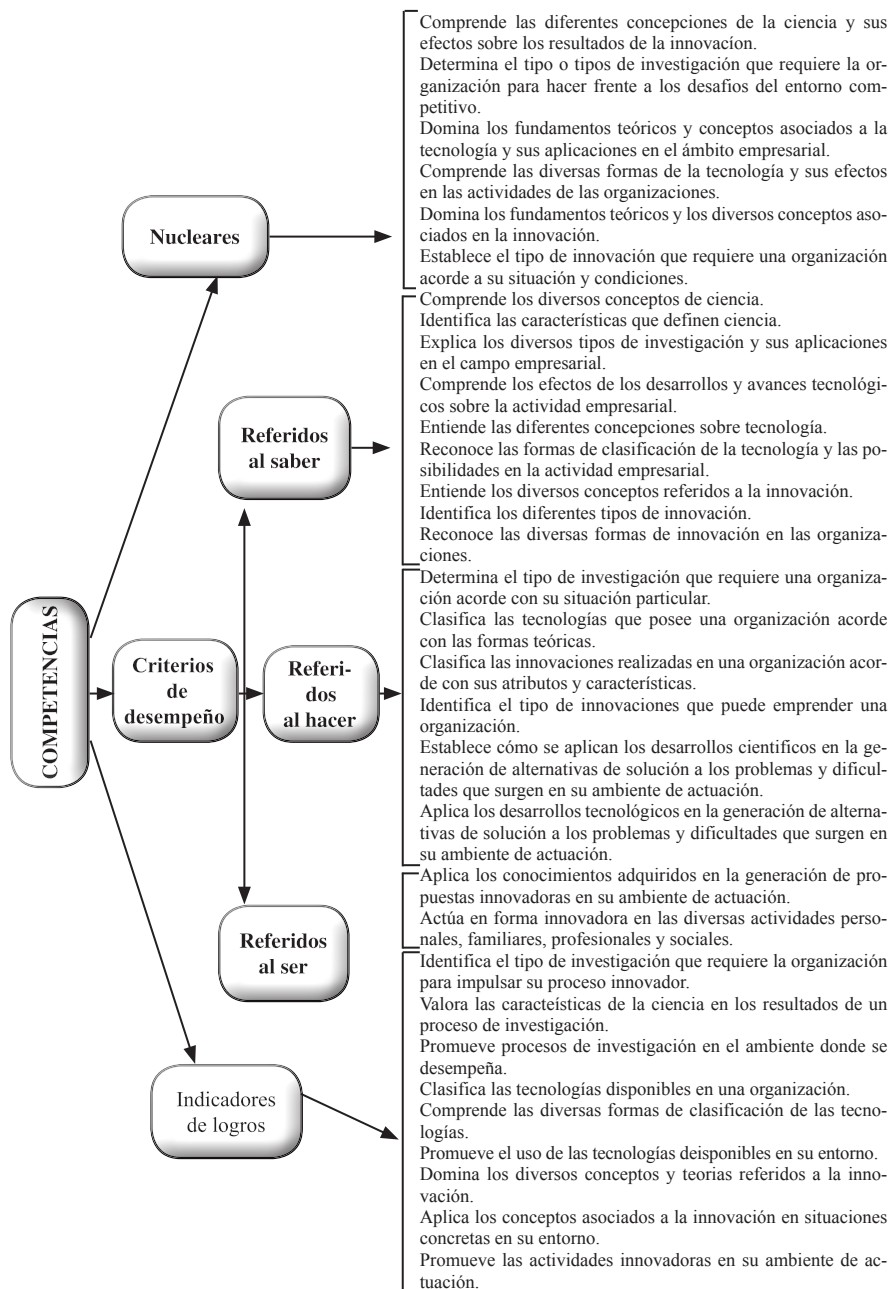
# Capítulo 1

## **Fundamentos teóricos sobre ciencia, tecnología e innovación**

### **Palabras clave**

Ciencia, investigación, tecnología, innovación.

**Figura 1.1. Competencias a desarrollar**



**Fuente.** Elaboración de los autores.

## Puntos de aprendizaje

- La ciencia es en esencia, una actividad de indagación y búsqueda permanente de los principios y fundamentos que subyacen a los elementos que integran el mundo y el entorno en el cual el hombre se desenvuelve.
- La ciencia se caracteriza por ser evolutiva, analítica, sistemática, metódica, especializada, verificable, explicativa, aplicativa, universal y divulgativa.
- El desarrollo de la ciencia tiene efectos directos sobre su entorno, los avances científicos buscan entender o solucionar un fenómeno que aqueja el presente, con una perspectiva hacia el futuro.
- La técnica puede considerarse como un conjunto de procedimientos y procesos que se realizan para obtener un resultado específico.
- La técnica actúa sobre tres dimensiones: las personas, las organizaciones y la sociedad. Así mismo, se aprende y se expresa a través de acciones prácticas mediante la aplicación de métodos y procedimientos que se van enriqueciendo y cualificando en forma individual.
- La tecnología comprende procesos intelectuales, aspectos teóricos, experiencias prácticas, el dominio de técnicas y el conocimiento de principios científicos que confluyen en forma activa y dinámica para generar los desarrollos tecnológicos.

- La tecnología se puede clasificar de acuerdo con su naturaleza, aplicación, injerencia, pertinencia, pertenencia, grado de desarrollo y forma de obtención.
- La tecnología ha contribuido a mejorar la calidad de vida de las personas y de la sociedad en general, mediante la generación de máquinas, equipos, procesos, métodos, productos y servicios para facilitar el desarrollo y realización de las actividades cotidianas de las personas.
- Para lograr la innovación sistemática es necesario explorar y explotar las oportunidades que ocurren en el entorno de la organización.
- La innovación puede entenderse como la búsqueda deliberada y organizada de cambios y el análisis sistemático de las oportunidades que tales cambios podrían proporcionar económica, social y administrativamente.
- La innovación se puede clasificar en dos grandes grupos: tradicionales y nueva corriente de innovaciones. El primero se refiere a innovaciones que se derivan de atributos o cualidades básicas como: naturaleza, curso estratégico, efecto, objeto, intensidad tecnológica, la fusión tecnológica, el origen y la escala. Generalmente se encuentra documentado en la literatura. Por su parte, el segundo grupo, a pesar de encontrarse igualmente documentado, viene generando nuevas formas de pensamiento que impulsan orientaciones estratégicas de diverso tipo y se han tornado en vertientes filosóficas de gestión.

# Introducción

La ciencia, surge como una evolución de la técnica que exige explicaciones a ciertos desarrollos logrados por el hombre en sus exploraciones y experimentaciones. Es en esencia, una actividad de indagación y búsqueda permanente de los principios y fundamentos que subyacen a los elementos que integran el mundo y el entorno en el cual el hombre se desenvuelve. La ciencia inicialmente trató de conocer los principios físicos en los que se basaban los diferentes artefactos existentes, para generar explicaciones de su existencia y funcionamiento.

Una vez lograda la comprensión acerca de la operación y el funcionamiento de los diferentes artefactos generados por la técnica, la ciencia se centró en el conocimiento de la naturaleza, sus elementos y relaciones. Por consiguiente, ofrece al hombre la posibilidad de percibir y comprender cómo funciona el mundo, así como de adquirir conocimientos que le permitan descifrar la esencia de las cosas y los principios y causas que conforman los objetos que le rodean. Es decir, que a partir de un conjunto de hipótesis, teorías, leyes y principios permite la comprensión y medición de los fenómenos de la naturaleza, con el propósito de alcanzar con exactitud interpretaciones y explicaciones objetivas compartidas por la sociedad.

La ciencia ha sido un importante factor de desarrollo para los pueblos, las comunidades, la sociedad y la especie humana en general. Los resultados de la actividad científica, por lo regular se manifiestan en los conocimientos científicos, conocidos generalmente, como descubrimientos. En síntesis, la ciencia trabaja para descubrir y poner en evidencia lo que existe pero está oculto. Así que, en esencia avanza gracias a los descubrimientos.

En la actualidad existe una conexión directa y una gran interacción y dependencia entre el progreso de la sociedad y el avance de la ciencia, convirtiéndose en uno de los factores esenciales para el bienestar de las personas y para el desarrollo social de las comunidades y países.

Por otra parte, los avances y progresos de la ciencia tienen efectos directos sobre la sociedad actual, pero en especial sobre la sociedad futura; porque ha modificado y transformado la armonía entre la naturaleza, la sociedad y el hombre.